

4

TEMPO INFORMATION CONTROLLER

Patent number: JP5080765
Publication date: 1993-04-02
Inventor: KIZAKI TAKAHIRO
Applicant: YAMAHA CORP
Classification:
- international: G10H1/36; G10H1/40
- european:
Application number: JP19910243557 19910924
Priority number(s): JP19910243557 19910924

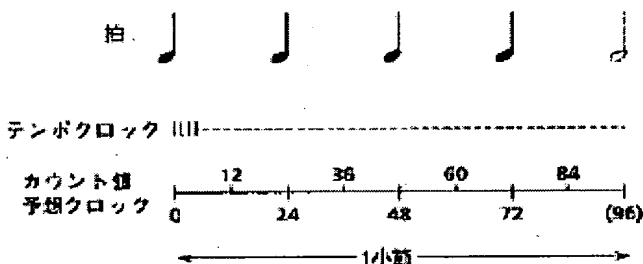
Best Available Copy

Report a data error here

Abstract of JP5080765

PURPOSE: To improve a feeling of control over automatic performance by making the tempo and beats of the performance clock of the automatic performance follow up the timing of the tempo and beats of the timing signal of tap input, performance information, etc.

CONSTITUTION: A tempo clock corresponding to the performance clock of the automatic performance is outputted. The position of a predetermined beat of the tempo clock is generated as a prediction clock. A prediction clock corresponding to a timing signal which is inputted next while the tempo clock is counted is set. When the timing signal is inputted, the difference between the current prediction clock and the counted value at the time of the input of the last timing signal is subtracted by the input time interval between the current timing signal and last timing signal. This division result is made to correspond to the speed of the tempo clock.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-80765

(43) 公開日 平成5年(1993)4月2日

(51) Int. Cl. ⁵

識別記号

F I

G10H 1/36

4236-5H

1/40

4236-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全11頁)

(21) 出願番号 特願平3-243557

(22) 出願日 平成3年(1991)9月24日

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 木崎 高宏

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

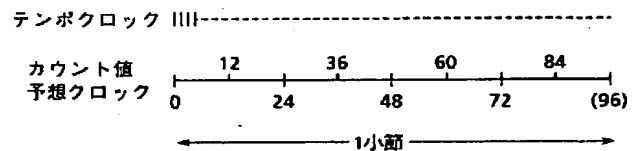
(74) 代理人 弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 テンポ情報制御装置

(57) 【要約】

【目的】 自動演奏における演奏クロックのテンポと拍のタイミングを、タップ入力や演奏情報などによるタイミング信号のテンポと拍のタイミングに追従させ、自動演奏のコントロール感を良くする。

【構成】 自動演奏の演奏クロックに対応するテンポクロックを出力する。テンポクロックの予め定められた拍の位置を予測クロックとする。テンポクロックをカウントしながら次に入力されるタイミング信号に対応する予測クロックを設定する。タイミング信号の入力時に、現在の予測クロックと前回のタイミング信号の入力時のカウント値との差を、現在のタイミング信号と前回のタイミング信号との入力時間間隔で除算する。この除算結果をテンポクロックの速度に対応させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 テンポクロックの速度を制御するためのタイミング信号を入力するタイミング信号入力手段と、入力されたタイミング信号の前記テンポクロックに基づいて表される入力位置を記憶する記憶手段と、入力されるタイミング信号に対応するものであって、入力が期待される期待位置を設定する期待位置設定手段と、タイミング信号の入力時間間隔を計時する計時手段と、タイミング信号の入力により、現在のタイミング信号と前回のタイミング信号との入力間隔および、現在の期待位置と前回のタイミング信号の実際に入力された入力位置との差に基づいて前記テンポクロックの速度を可変制御する制御手段と、を備えたことを特徴とするテンポ情報制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば自動演奏における演奏クロックを制御する場合のように、タップスイッチなどのスイッチのオン/オフや演奏情報などによって入力されるタイミング信号の間隔に応じてテンポクロックを制御するテンポ情報制御装置に関する。

【0002】

$$T = \frac{24 \text{ (clock)}}{\Delta t \text{ (msec)}} \times \frac{60 \times 1000}{24} \quad (1)$$

【0005】したがって、タイミング信号が入力されるたびに、その時刻と直前のタイミング信号の入力時刻からタイミング信号の間隔 Δt を求め、上式(1)からタイミング信号のテンポを求めることができる。また、テンポと演奏クロックの速度とは一定の関係にあるので、上記のようにして求めたタイミング信号のテンポに応じて演奏クロックの速度を設定すれば、自動演奏のテンポをタイミング信号のテンポに合わせることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、タイミング信号と自動演奏とのテンポが同じになっても、上記のようにタイミング信号の間隔だけによってテンポの制御を行なうと、次のような問題が生じる。

【0007】 図12(A)に示したように、タイミング信号が2拍目まで演奏クロックの拍に一致し、3拍目からタイミング信号が早く発生されたとすると、この3拍目のタイミング信号の発生以降はテンポが速くなったと判断され、演奏クロックの速度が速くなって、演奏クロックのテンポはタイミング信号のテンポに一致する。

【0008】 しかしながら、演奏クロックの拍は、例えばクロック24個で1拍とするなど一定数のクロック毎に1拍と数えられるので、3拍目のタイミング信号が早く発生されたとき演奏クロックは3拍目に至る途中であり、その後、残りのクロックを数えて3拍目となる。し

【従来の技術】 従来、自動伴奏機能を備えた電子楽器やシーケンサなどにおける自動演奏は、演奏クロックと称するクロック信号に歩調を合わせて演奏が行なわれており、演奏のテンポは演奏クロックの速度に応じて設定される。例えば、四分音符を24個の演奏クロックに対応させた場合、24個の演奏クロックを検出する毎に1拍を数え、4拍分の96個の演奏クロックで1小節を終了する。

【0003】 また、演奏クロックの速度を変えることにより、自動演奏のテンポを制御することが行なわれている。例えば、タップスイッチからのタップ入力によりタイミング信号を発生し、このタイミング信号から検出したテンポに応じて演奏クロックの速度を変えることにより、自動演奏のテンポをタップ入力に応じて略リアルタイムに制御できるようにしている。

【0004】 なお、演奏のテンポは1分当りの拍数 (beat/minute) で表されるので、例えば、前記のように四分音符 (1拍) を24個の演奏クロックに対応させ、タイミング信号を1拍毎に入力する場合、タイミング信号の入力間隔 Δt とテンポ T とは次式(1)の関係で表される。

【数1】

したがって、演奏クロックとタイミング信号のテンポが一致しても、3拍目以降はタイミング信号と演奏クロックの拍との間に時間差 (以後、位相差という。) が生じることになる。そして、この位相差は解消されなくなる。

【0009】 また、図12(B)に示したように、タイミング信号を一度だけ誤ったタイミングで入力した場合も不都合が生じる。これは、一定のテンポでタイミング信号を入力していたが、③のタイミング信号だけ早く入力してしまった場合であり、②と④のタイミング信号の間隔 $B+C$ は、①と②のタイミング信号の間隔 A の2倍で本来テンポ一定となる時刻であるが、③だけ早いタイミングとなってしまうために、タイミング信号の間隔が、 $C > B > A$ となってしまう、テンポが大きく揺れることになる。④と⑤の間隔 A' は①と②の間隔 A に等しいため、テンポは元に戻るが、位相差は解消されことなく、タイミング信号と演奏クロックの拍は大きくずれたままとなる。

【0010】 このように、タイミング信号の間隔だけによってテンポの制御を行なうと、テンポの追従性は良いものの、不確定な拍のずれが生じるのでコントロール感が不自然になるという問題がある。なお、拍のずれを解消するためには、自動演奏装置側の制御を変えるなど、自動演奏における演奏クロックに対する処理を変える必要があり、構成が大掛かりになるという問題がある。

【0011】 本発明は、簡単な構成で、自動演奏におけ

るテンポと拍のタイミングとをタイミング信号のテンポと拍のタイミングに自然に追従させ、自動演奏のコントロール感を良くすることを課題とする。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するためになした本発明のテンポ情報制御装置は、テンポクロックの速度を制御するためのタイミング信号を入力するタイミング信号入力手段と、入力されたタイミング信号の前記テンポクロックに基づいて表される入力位置を記憶する記憶手段と、入力されるタイミング信号に対応するものであって、入力が期待される期待位置を設定する期待位置設定手段と、タイミング信号の入力時間間隔を計時する計時手段と、タイミング信号の入力により、現在のタイミング信号と前回のタイミング信号との入力間隔および、現在の期待位置と前回のタイミング信号の実際に入力された入力位置との差に基づいて前記テンポクロックの速度を可変制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

【作用】本発明のテンポ情報制御装置において、タイミング信号入力手段からタイミング信号が入力されると、入力されたタイミング信号のテンポクロックに基づいて表される入力位置が記憶手段に記憶され、計時手段はタイミング信号の入力時間間隔を計時する。また、期待位置設定手段は入力されるタイミング信号に対応する期待位置を設定する。そして、制御手段は、タイミング信号の入力により、現在のタイミング信号と前回のタイミング信号との入力時間間隔および、現在の期待位置と前回のタイミング信号の実際に入力された入力位置との差に基づいてテンポクロックの速度を可変制御する。

【 0 0 1 4 】したがって、タイミング信号の入力時に、この入力位置が現在設定されている期待位置より前であった場合は、テンポクロックの速度が速くなるように制御され、テンポクロックがタイミング信号の入力タイミングに近づく。また、現在のタイミング信号の入力位置が現在設定されている期待位置より後であった場合は、テンポクロックの速度が遅くなるように制御され、テンポクロックがタイミング信号の入力タイミングに近づく。

【 0 0 1 5 】

【実施例】図 1 は本発明実施例のテンポ情報制御装置のブロック図であり、この装置は CPU 1 の制御により、タップスイッチ 2 におけるタップ操作に追従するテンポクロックを生成し、これを MIDI インターフェース 3 を介して図示しない自動演奏装置などに出力する。な

お、このテンポクロックは自動演奏装置において演奏クロックとして用いられる。

【 0 0 1 6 】タップスイッチ 2 のタップ入力はタップ検出回路 2 a で検出され、タップ検出回路 2 a の検出信号がタイミング信号としてバス 1 a を介して CPU 1 に取り込まれる。

【 0 0 1 7 】パネルスイッチ 4 は、自動演奏の開始と終了を制御するためのスタート/ストップスイッチ、初期テンポ値を設定するためのスイッチ、テンポクロックの追従係数を設定するためのスイッチなどを備えており、このパネルスイッチ 4 の操作状態や設定データはスイッチ検出回路 4 a で検出され、各データがバス 1 a を介して CPU 1 に取り込まれる。また、設定された初期テンポ値や現在のテンポ値は表示回路 5 に表示される。

【 0 0 1 8 】タイマ 6 は CPU 1 によって設定されるタイミングで 2 種類の割込み信号を発生する回路であり、CPU 1 はこのタイマ 6 からの割込み信号により 2 種類の割込み処理を行なう。

【 0 0 1 9 】第 1 の割込み信号の時間間隔 $\tau 1$ は 1 msec に初期設定され、CPU 1 は 1 msec 毎の割込み処理によりタイミング信号の時間間隔すなわちタップ入力の時間間隔を計時する。また、第 2 の割込み信号の時間間隔 $\tau 2$ は CPU 1 がタイミング信号から検出したタップ入力のテンポに応じて逐次設定され、CPU 1 はこの第 2 の割込み信号による割込み処理によりテンポクロックを出力する。

【 0 0 2 0 】この実施例では、1 バイトのデータ「F 8」（16 進数）を 1 クロックとする MIDI クロックをテンポクロックとして用いており、このテンポクロックが入力される自動演奏装置においては、先頭のクロックに 1 拍目を同期させて処理が開始され、24 個のテンポクロックを四分音符の音長に対応させて自動演奏の処理が行なわれる。

【 0 0 2 1 】すなわち、自動演奏の演奏クロックはテンポクロックに同期しており、図 2 に示したように、四分音符の拍の位置に対応するテンポクロックの位置はクロックのカウント値として「0」、「24」、「48」、「72」になる。

【 0 0 2 2 】そこで、テンポクロックを出力する割込み処理において、1 小節毎にリセットされるクロックをカウントし、次表のように、現在のクロックのカウント値 CLK の範囲に応じて次に拍となるべき期待位置を示す予想クロック EXPCCLK を設定する。

【表 1】

10

20

30

40

CLK	EXPCLK
$0 \leq \text{CLK} < 12$ $84 \leq \text{CLK} < 96$	EXPCLK=0
$12 \leq \text{CLK} < 36$ $36 \leq \text{CLK} < 60$ $60 \leq \text{CLK} < 84$	EXPCLK=24 EXPCLK=48 EXPCLK=72

【0023】そして、タップ入力があったときに、前回のタップ入力時から現在のタップ入力時までの間に前回のクロックのカウント値から現在設定されている予想クロックまで変化するようなテンポを演算し、このテンポに応じて上記テンポクロックを出力する割込み処理の割込み時間を制御する。これによって、拍のタイミングがタップ入力に追随するようになる。

【0024】ROM7内には図3～図8にフローチャートを示した制御プログラムが格納されており、CPU1はこの制御プログラムに基づいてRAM7に設定した各種レジスタを使用しながら装置の制御を行なう。なお、以下の説明および図4～図8のフローチャートにおいて、各レジスタを以下のラベルで表記し、各レジスタとそれらの内容は特に断らない限り同一のラベルで表す。

【0025】「TIME」：タイムカウンタ

「CLK」：クロックカウンタ

「BEAT」：拍の予想クロックを決定するための拍カウンタ

「TAPTIME」：タップ入力の入力時間間隔

「EXPCLK」：BEATで決まる予想クロック

「RUN」：動作状態を示すランフラグ

「TEMPO」：テンポ値

「tempo」：仮のテンポ値

「K」：追従計数 ($0 < K \leq 1$)

「MEAS」：タップ入力間に小節を越えたことを示すフラグ

「OLDCLK」：前回のタップ入力時のクロックカウンタ値

【0026】図3は制御プログラムのメインルーチン、図4～図8はサブルーチンおよび割込み処理ルーチンである。まず、電源が投入されると、CPU1は図3のメインルーチンの処理を開始し、ステップS10で図5のイニシャライズ処理を行い、ステップS20で図6のスタート/ストップ処理を行なう。また、ステップS30で図4のテンポ演算処理を行い、ステップS40でテンポの表示等のその他の処理を行い、ステップS20以降の処理を繰り返す。

【0027】図5のイニシャライズ処理S10において、ステップS11でランフラグRUNを“0”にセットし、ステップS12で初期テンポ値をレジスタTEMPOに、追従係数をレジスタKにそれぞれセットする。

また、ステップS13で、前記のようにタイマ6の第1、第2の割込み信号の発生タイミングを設定し、メインルーチンに復帰する。なお、この初期設定において、第1の割込み処理の間隔は1msecに設定され、第2の割込み処理の間隔は初期テンポ値に対応するテンポクロックの間隔に設定される。

【0028】図6のスタート/ストップ処理S20において、ステップS21でスタート/ストップスイッチがONされたか否か（操作されたか否か）を判定し、ONであればステップS22の処理に進み、ONでなければメインルーチンに復帰する。

【0029】ステップS22では、ランフラグRUNを“0”から“1”または“1”から“0”に反転し、ステップS23でRUN=1か否かを判定する。この判定でRUN=1でなければメインルーチンに復帰し、RUN=1であれば、ステップS24で、TIME、CLK、TAPTIME、MEASの各レジスタを“0”にクリアするとともに、レジスタBEATに“1”をセットし、メインルーチンに復帰する。

【0030】上記の処理により、スタート/ストップスイッチを操作する毎に、RUN=1とRUN=0の状態が交互に変化し、RUN=1になったときに上記各レジスタのプリセットが行なわれてテンポクロックの出力状態になり、RUN=0で動作の停止状態に設定される。

【0031】図7の第1の割込み処理S50はタイマ6からの第1の割込み信号により1msec毎に起動され、ステップS51でタイマカウンタTIMEをインクリメントし、この割込み処理により中断している元のルーチンに復帰する。

【0032】図8の第2の割込み処理S60はタイマ6からの第2の割込み信号により、初期設定およびテンポ演算処理で設定された時間毎に起動され、ステップS61でRUN=1か否かを判定してRUN=1でなければこの割込み処理により中断している元のルーチンに復帰し、RUN=1であれば、ステップS62以降の処理を行なう。

【0033】ステップS62では、CLK=95か否かを判定し、CLKが“95”に達していなければステップS63でCLKをインクリメントしてステップS65に進み、CLKが“95”に達したらステップS64でCLKをリセットするとともに、MEASをインクリメ

ントしてステップS65に進む。

【0034】ここで、CLKは、RUN=1のときにこの割込み処理S60を行なう毎に“0”から“95”まで変化し、後述のようにこの割込み処理S60で1回つづ出力されるテンポクロック(MIDIクロック)を1小節分カウントする。そして、このCLKのカウント値がテンポ演算処理S30においてタップ入力の位置として用いられる。また、MEASはCLK=95から0へと変化するとき“1”増加され、1小節に達したことを示す。

【0035】ステップS65では、CLKのカウント値が“12”、“36”、“60”、“84”の何れかであるか否かを判定して、何れでもなければステップS66に進み、CLKのカウント値が“12”のときはステップS651でBEATに“2”を、“36”のときはステップS652でBEATに“3”を、“60”のときはステップS653でBEATに“4”を、“84”のときはステップS654でBEATに“1”をそれぞれセットし、ステップS66に進む。そして、ステップS66で、MIDIインターフェイス3から1バイトデータ“F8”のMIDIクロックを出力して元のルーチンに復帰する。

【0036】以上の割込み処理S60が繰り返される毎に、テンポクロックとしてMIDIクロックが出力される。また、BEATの値は、図2に示したようにCLK

$$\text{tempo} = \frac{(\text{EXPCLK} + \text{MEAS} \times 96) - \text{OLDCLK}}{\text{TAPT TIME}} \times \frac{60 \times 1000}{24} \quad (2)$$

【0040】次に、ステップS37で、MEASを“0”にリセットするとともに現在のCLKの値をレジスタOLDCLKに格納し、ステップS38で次式

$$\text{TEMPO} = (\text{tempo} - \text{TEMPO}) \times K \quad (3)$$

なお、追従計数Kは $0 < K \leq 1$ の値に設定されており、Kが“1”に近くなるほどtempoの値の寄与の割合が増す。

【0041】以上のようにTEMPOの値を更新すると、ステップS39で、次式(4)によりTEMPOの

$$\tau 2 = \frac{60 \times 1000}{\text{TEMPO} \times 24} \quad (4)$$

【0042】ところで、予測クロックEXPCLKの値は演奏クロックの拍の位置に対応するので、タップ入力時のテンポクロックのカウント値CLKが予測クロックEXPCLKに一致すれば、演奏クロックの拍がタップ入力に一致する。したがって、タップ入力時のカウント値CLKと予測クロックEXPCLKとのずれが小さくなるようにテンポクロックの速度を制御すれば、演奏クロックのテンポと拍のタイミングとを、タップ入力のテンポとタイミングとに追従させることができる。

【0043】ここで、式(2)においてMESA=0の場合、tempoの値は、予測クロックと前回のタップ

のカウント値に応じて各カウント値に近い拍にそれぞれ対応する値になり、このBEATの値はテンポ演算処理S30において予想クロックの決定に用いられる。

【0037】図4のテンポ演算処理S30において、ステップS31でRUN=1か否かを判定し、RUN=1でなければメインルーチンに復帰し、RUN=1であればステップS32でタップ入力の有無を判定する。ここで、タップ入力があればメインルーチンに復帰し、タップ入力があればステップS33で現在のTIMEの値をレジスタTAPT TIMEに格納し、ステップS34でTIMEをリセットしてステップS35に進む。

【0038】ステップS35では、現在のBEATの値を判定し、BEAT=1のときはステップS351でEXPCLKに“0”を、BEAT=2のときはステップS352でEXPCLKに“24”を、BEAT=3のときはステップS353でEXPCLKに“48”を、BEAT=4のときはステップS354でEXPCLKに“72”をそれぞれ設定し、ステップS36以降の処理を行なう。以上の処理により、タップ入力があったときの現在のCLKに応じた予想クロックEXPCLKが前掲の表のように設定される。

【0039】ステップS36では、次式(2)の演算により仮のテンポtempoの値を設定する。

【数2】

(3)によりTEMPOの値を更新する。

【数3】

値を第2の割込み処理S60の割込み時間間隔 $\tau 2$ に換算してこの割込み時間をタイマ6に設定し、メインルーチンに復帰する。

【数4】

入力時のカウント値の差を前回のタップ入力から現在のタップ入力までの時間間隔TAPT TIMEで除算した値に比例する。また、式(3)、(4)からわかるように、割込み時間間隔 $\tau 2$ によって設定されるテンポクロックの速度はtempoの値に対して単調増加の関係にある。また、テンポクロックが一定速度のときのカウント値CLKの時間変化は直線になりテンポクロックの速度はその直線の傾きになる。

【0044】したがって、図9(A)に示したように、実線Aのように現在のタップ入力のテンポに対してテンポクロックの速度が遅すぎてタップ入力時 t_i のカウント

値CLK_iが予測クロックEXCLKより小さくなった場合、その後のテンポクロックは、例えば図の破線A' (K=1の場合)のようにそれまでの速度より大きくなる。

【0045】また、図9(B)に示したように、実線Aのようにタップ入力のテンポに対して現在のテンポクロックの速度が速すぎてタップ入力時t_iのカウント値CLK_iが予測クロックEXCLKより大きくなった場合、その後のテンポクロックは、例えば図の破線A' (K=1の場合)のようにそれまでの速度より小さくなる。

【0046】したがって、タップ入力時のカウント値CLKが予測クロックEXCLKからずれると、前記のテンポ演算処理S30により、次のタップ入力時におけるカウント値CLKと予測クロックEXCLKとのずれが減少する傾向になるように、テンポクロックの速度が制御される。これによって、演奏クロックのテンポと拍のタイミングとを、タップ入力のテンポとタイミングとに追従させることができる。

【0047】なお、MEAS=0でない場合、このMEASの値は前回のタップ入力と現在のタップ入力の間で小節線を跨いだ回数を示し、式(2)の演算において予測クロックEXCLKが1小節分のクロック数ずつシフトされることになり、tempoの値はMEAS=0の場合と同様に、テンポクロックの速度に対応する値になる。

【0048】図10および図11は実施例の試験結果を示す図である。図10はタップ入力のテンポが略一定で多少ばらつきがあるような場合であり、タップ入力と拍のずれである位相差が0付近で揺らぐようになる。また、図11は途中でタップ入力のテンポを遅くした場合であり、この場合も位相差が0付近で揺らぐようになる。

【0049】このように、常に位相差が0付近にあるため自動演奏のテンポを制御する場合などタップ入力が必要にならずコントロール感が良くなる。また、テンポに自然なゆらぎが生じるため、機械的でない柔軟な感じで自動演奏のテンポをコントロールすることができる。

【0050】以上の実施例では、タップ入力によってタイミング信号を発生する場合について説明したが、例えば鍵盤楽器における押鍵などによってタイミング信号を発生させ、自動演奏などのテンポを楽器の演奏に追従させるような場合にも適用できる。

【0051】また、前掲の式(1)によってテンポを演算する場合は、毎回拍の位置でタイミング信号を入力しなければならないが、実施例の式(2)の演算によれば、タッピング信号の入力の間隔が大きくなれば予測クロックも更新されるので、タップ入力を一時休んでも、その後同様の動作でテンポの制御を続行することができる。

【0052】また、タップ入力でテンポを設定した後はタップ入力を行なわなくても設定されたテンポのテンポクロックを出力することができるので、演奏開始前のテンポの揭示(カウント)を行なう場合にも有効であり、例えば、弱起の曲の演奏でカウント時の小節の最後の拍を入力しないようにもできる。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、タイミング信号により自動演奏などのテンポを制御する際に、次に入力されるタイミング信号に対応するものであって入力が期待される期待位置を設定し、タイミング信号の入力時に、現在のタイミング信号の入力時間間隔に対する現在の期待位置と前回のタイミング信号の実際に入力された入力位置との差に基づいてテンポクロックの速度を可変制御するようにしたので、タイミング信号と拍に対応する期待位置とのずれが少なくなるようにテンポクロックの速度を自動制御することができる。したがって、簡単な構成で、自動演奏におけるテンポと拍のタイミングとをタイミング信号のテンポと拍のタイミングとに自然に追従させ、自動演奏のコントロール感を良くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例のテンポ情報制御装置のブロック図である。

【図2】実施例に係わる拍とテンポクロックのカウント値および予測クロックの関係を示す図である。

【図3】実施例におけるメインルーチンのフローチャートである。

【図4】実施例におけるテンポ演算処理のフローチャートである。

【図5】実施例におけるイニシャライズ処理のフローチャートである。

【図6】実施例におけるスタート/ストップ処理のフローチャートである。

【図7】実施例における第1の割込み処理のフローチャートである。

【図8】実施例における第2の割込み処理のフローチャートである。

【図9】実施例におけるテンポクロックの速度とタップ入力時の予想クロックからのずれを説明する図である。

【図10】タップ入力のテンポのばらつきに対する追従性の一例を示す図である。

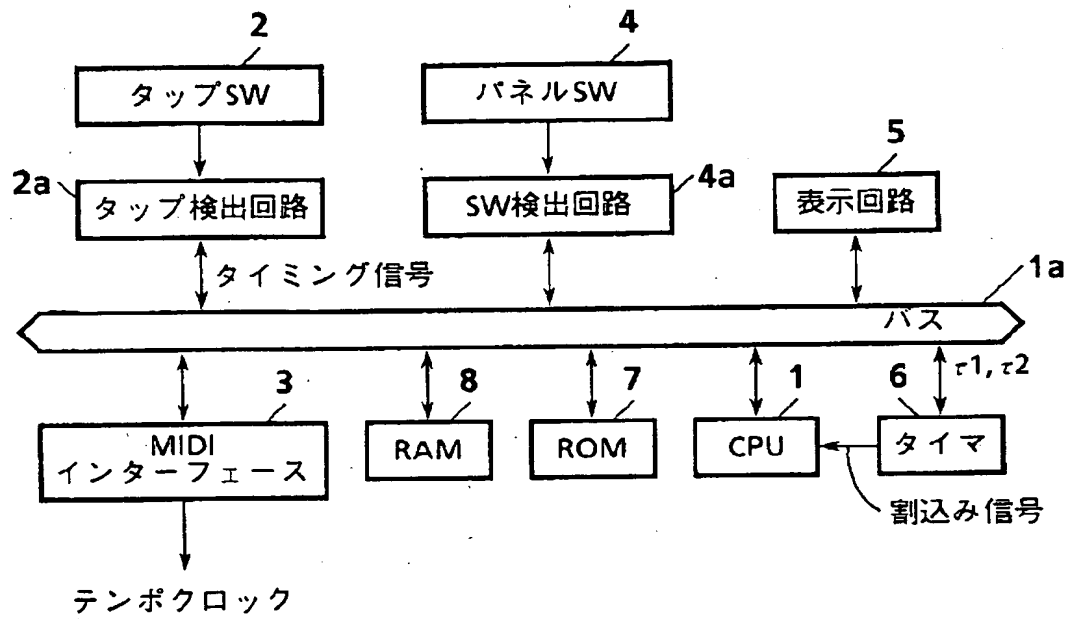
【図11】タップ入力のテンポを変化させた場合の追従性の一例を示す図である。

【図12】タイミング信号の入力間隔だけに依じてテンポを制御する場合の問題点を説明する図である。

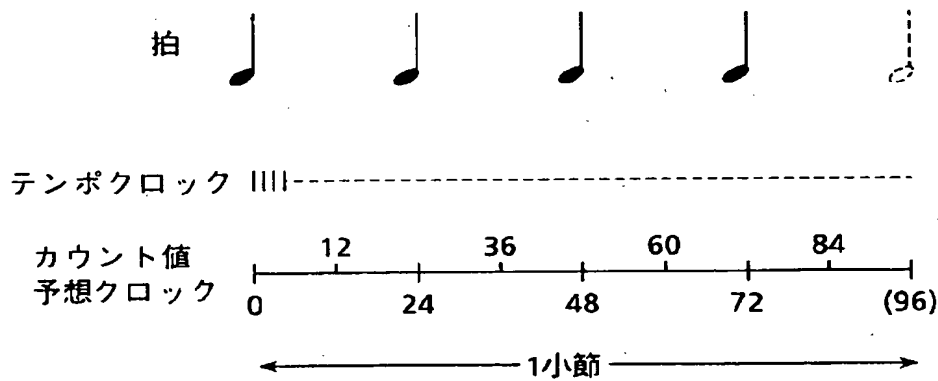
【符号の説明】

1…CPU、2…タップスイッチ、3…MIDIインターフェイス、6…タイマ。

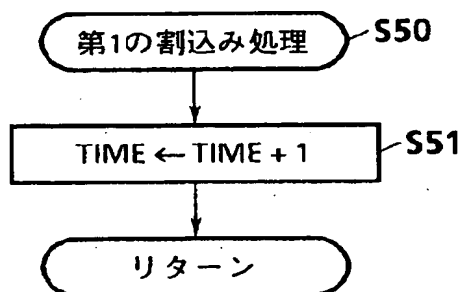
【図1】



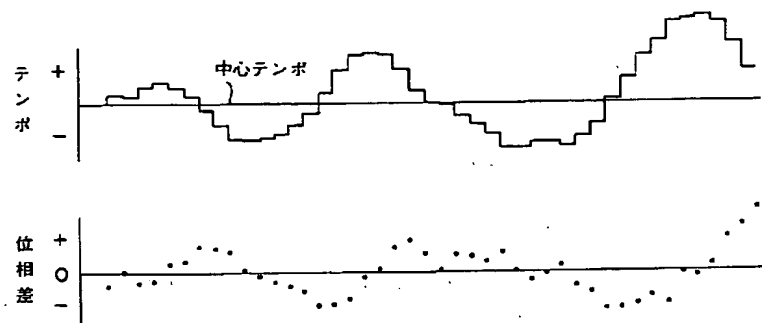
【図2】



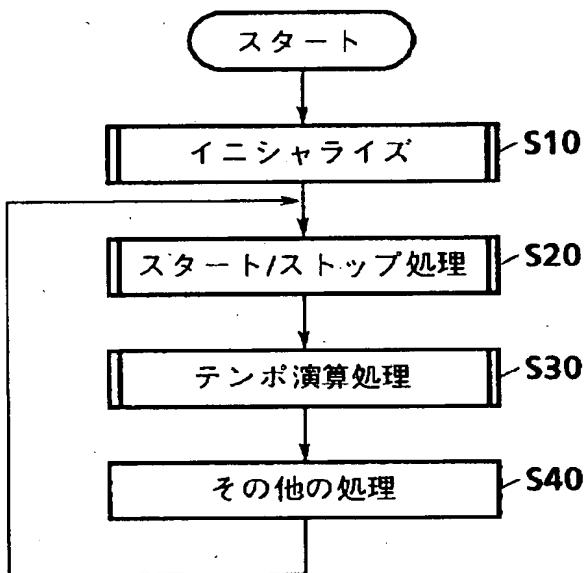
【図7】



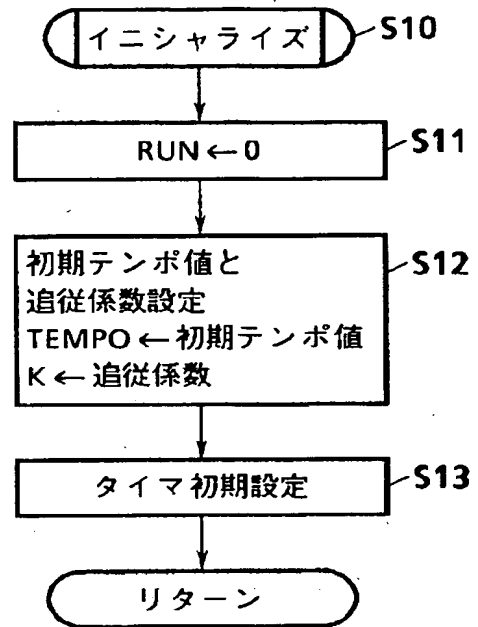
【図10】



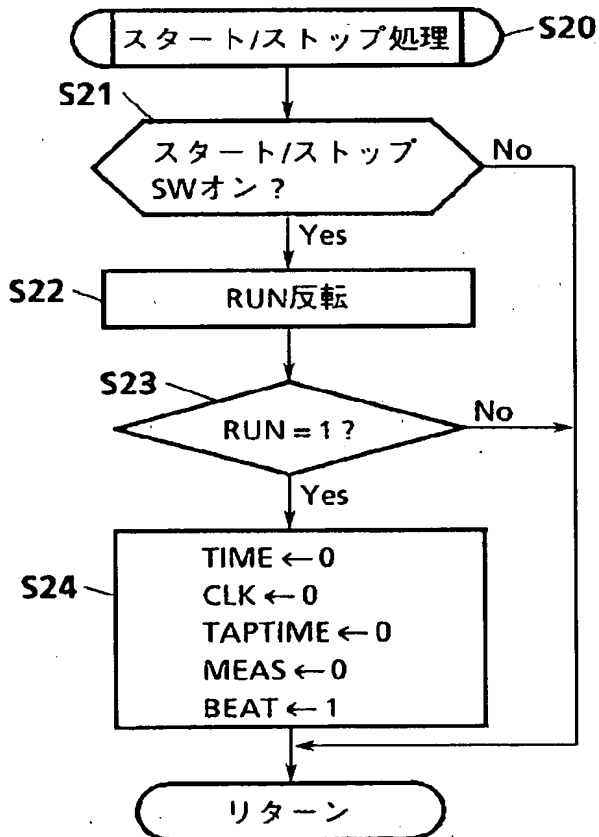
【図3】



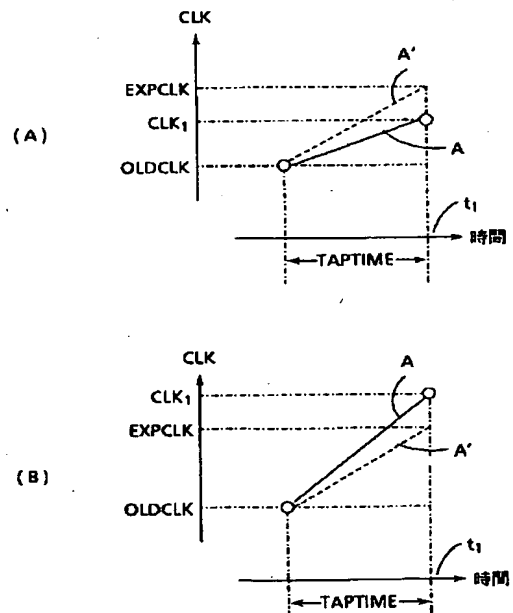
【図5】



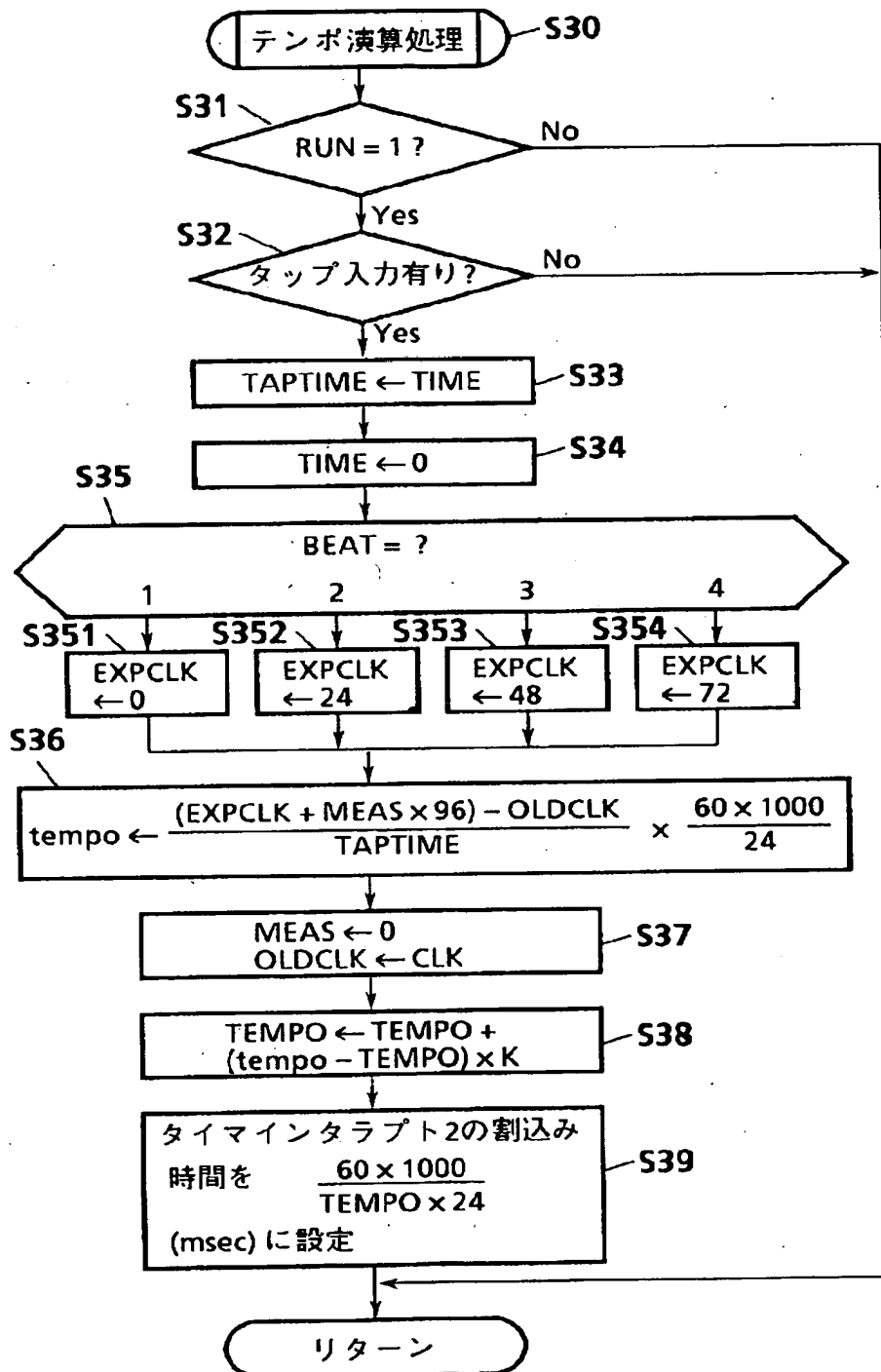
【図6】



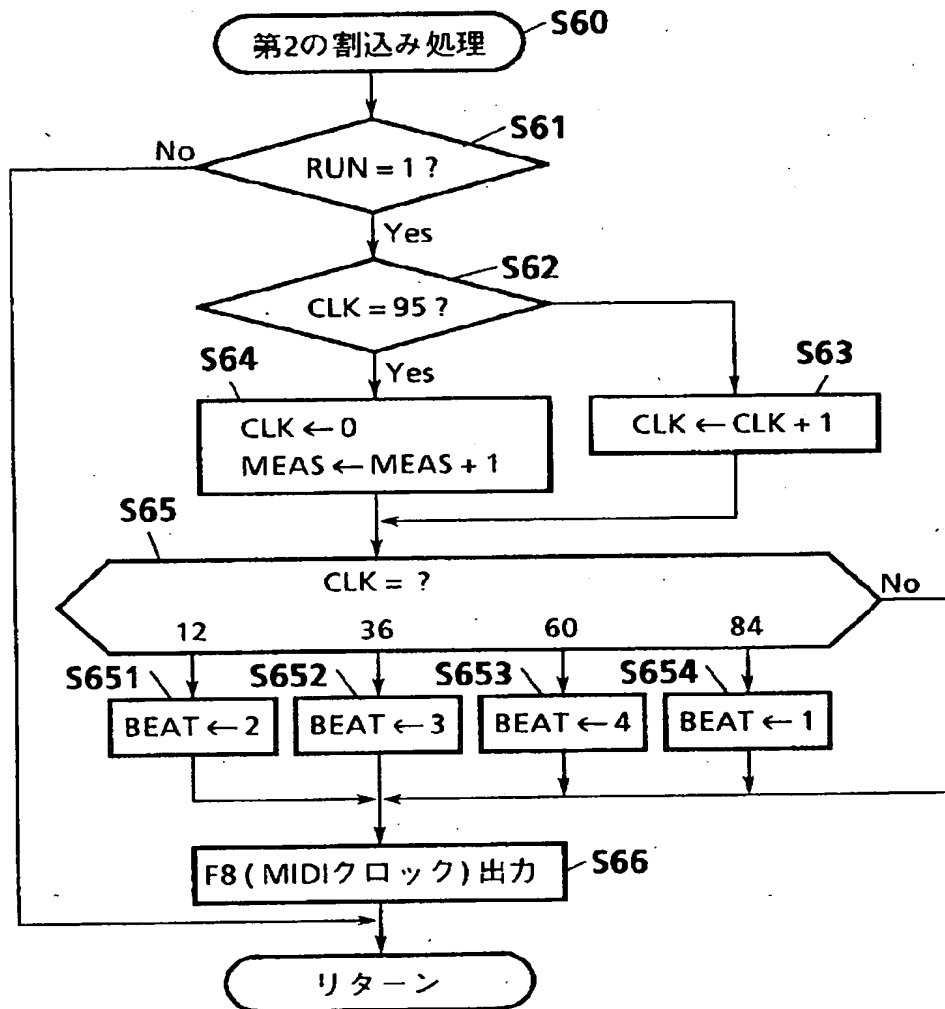
【図9】



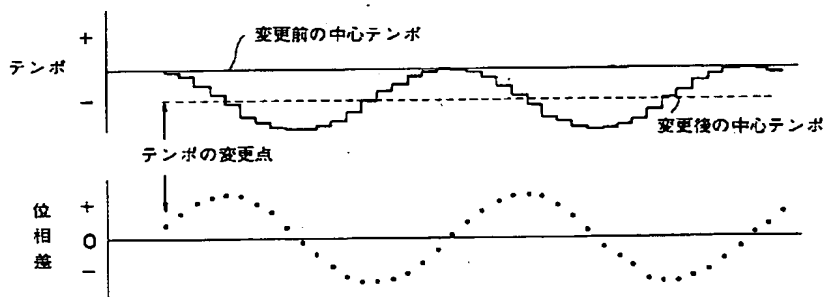
【図4】



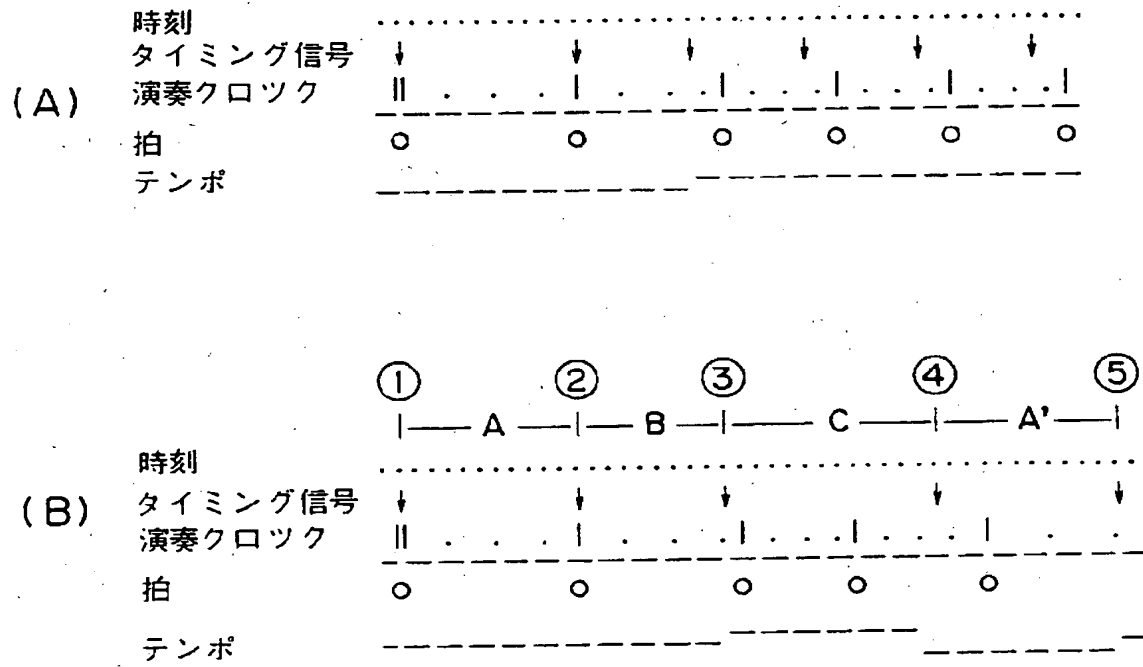
【図 8】



【図 11】



【図 1 2】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.